

ANALISIS PENYEBAB CACAT PRODUK KAIN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)

(Studi Kasus PT. Iskandar Indah *Printing Textile*)

Dina Firma Dewanti, Darminto Pujotomo*)

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275

Abstrak

Pengendalian kualitas merupakan salah satu cara yang digunakan perusahaannya untuk meminimasi produk cacat demi memenuhi kepuasan pelanggan. PT. Iskandar Indah *Printing Textile* merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri *textile* yang memproduksi kain batik *printing*. Perusahaan ini selalu berusaha untuk menjaga kualitas melakukan upaya untuk mengurangi kecacatan produk. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membantu pengendalian kualitas adalah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA dapat digunakan untuk mencegah dan mengurangi cacat produk dengan cara melihat hubungan sebab dan akibat dari cacat, serta mencari usulan pemecahan masalah dengan prioritas tindakan yang sesuai berdasarkan skor *Risk Priority Number* (RPN). Penelitian dilakukan pada departemen pertenunan (*weaving*) dan departemen *printing*. Hasilnya terdapat sembilan macam moda kegagalan potensial yang ditemukan dengan lima urutan prioritas penanganannya.

Kata Kunci : kualitas, FMEA, *failure mode and effect analysis*, *risk priority number*, RPN, tenun, defect

Abstract

[*Implementing Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for Analyzing Textile Product Defect (Case Study : PT. Iskandar Indah Printing Textile)*] Quality control is one of the ways used by company to minimalize defective product for fulfilling customer satisfaction. PT. Iskandar Indah *Printing Textile* is a company in textile industry sector producing batik *printing fabric*. This company always tries to keep the quality by doing some efforts in decreasing product defects. One of the methods that can be used to help controlling quality is by using *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* method. FMEA method can be used to prevent and decrease product defect by observing the correlation between the cause and the risk of defect, also finding problem solving suggestion with action priority based on the *Risk Priority Number (RPN)* score. Research was conducted in weaving departement and printing departement. The result showed nine potential failure modes with five handling priority sequences.

Keyword : quality, FMEA, *failure mode and effect analysis*, *risk priority number*, RPN, weaving, defect

1. Pendahuluan

Dalam menghadapi perkembangan zaman yang semakin dinamis, perusahaan dituntut untuk selalu menciptakan produk yang dapat bersaing dan laku dipasaran. Kegiatan bisnis yang dilakukan dalam perusahaan dijalankan dengan tujuan memperoleh keuntungan dan memenuhi kepuasan pelanggannya. Tingkat kepuasan konsumen merupakan poin penting yang dapat dijadikan acuan perusahaan dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Perusahaan harus mampu mempertahankan mutu produk sehingga produknya akan semakin diminati pelanggan dan mencapai keuntungan maksimal.

Menurut Crosby, kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability*, *delivery*, *reliability*, *maintainability* dan *cost effectiveness*. Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat diketahui bahwa kualitas dari suatu produk harus mencakup seluruh aspek yang ada pada perusahaan bukan hanya pada aspek tertentu saja.

PT. Iskandar Indah *Printing Textile* merupakan salah satu perusahaan industri *textile* yang berkembang di Indonesia. Perusahaan ini selalu

berusaha untuk menjaga kualitas barang hasil produksinya untuk mencapai kepuasan pelanggan. Cacat (*defect*) pada suatu produk sangat mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan. berdasarkan observasi dan rekap data yang diperoleh, banyak terjadi macam-macam jenis cacat pada produk PT. Iskandar Indah *Printing Textile*. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan tingkat dan macam-macam cacat produk yang terdapat pada perusahaan pada bulan Agustus 2016.

Tabel 1. Macam-macam Cacat Produk

No	Jenis Cacat	f
1	Tebal	997
2	Jarang	876
3	Double Pick	589
4	Double Lusi	425

*) Penulis Penanggung Jawab

Tabel 1. Macam-macam Cacat Produk (lanjutan)

No	Jenis Cacat	f
5	Lebar kain tidak sesuai	256
6	Slap	445
7	Netting	712
8	Warna kain tidak sesuai	850
9	Corak meleset dari pola kain	329
Jumlah		5479

Perusahaan selalu melakukan upaya untuk mengurangi kecacatan produk dengan cara mengontrol serta meningkatkan mutu dan kualitas produksinya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pada PT. Iskandar Indah *Printing Textile* adalah metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Metode FMEA merupakan metode analisis yang dapat digunakan perusahaan dalam mencegah dan mengurangi cacat produk dengan cara melihat hubungan sebab dan akibat dari cacat produk, serta mencari usulan pemecahan masalah dengan tindakan yang sesuai. Selain itu, metode ini merupakan metode pendukung dari studi penelitian resiko dan pengidentifikasian potensi yang ditimbulkan dari bahaya.

2. Landasan Teori

2.1 Pengertian Kualitas

Menurut Feigenbaum (1991), Pengertian Kualitas adalah keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, di mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.

Menurut Juran kualitas adalah kesesuaian antara tujuan dan manfaatnya.

Menurut Crosby, kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability* dan *cost effectiveness*.

Dalam ISO 8402 dan SNI (Standar Nasional Indonesia), kualitas diartikan sebagai keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Istilah kualitas tidak dapat dipisahkan dari manajemen kualitas yang mempelajari setiap era dari manajemen operasi mulai dari perencanaan lini produk dan fasilitas, hingga penjadwalan dan

memonitor hasil. Selain itu, kualitas memerlukan suatu proses perbaikan yang terus menerus (*continuous improvement*) yang dapat diukur baik secara individual, organisasi, korporasi dan tujuan kinerja nasional. Dukungan manajemen, karyawan dan pemerintah untuk perbaikan kualitas penting bagi kemampuan berkompetisi secara efektif di pasar global. Perbaikan kualitas lebih dari suatu strategi usaha, melainkan merupakan sumber penting kebanggaan nasional.

2.2 Macam-macam Produk Cacat

Untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan perusahaan, PT. Iskandar Indah *Printing Textile* memiliki standart kualitas produk yang dihasilkannya. Kebijakan ini dimaksudkan untuk memenuhi kepuasan pelanggan dan menjaga kepercayaan konsumen terhadap hasil produksi perusahaan.

Adapun macam-macam produk cacat yang terjadi pada proses produksi antara lain sebagai berikut :

1. *Double lusi*, yaitu terdapat dua atau lebih benang lusi yang menempel sepanjang luasan kain.
2. *Double pick*, yaitu terdapat dua atau lebih benang lusi yang menempel selebar luasan kain.
3. *Slap*, yaitu terdapat kotoran pada kain yang salah satunya dapat disebabkan oleh debu.
4. *Netting*, yaitu terdapat kelebihan anyaman benang pada kain.
5. *Tebal*, yaitu terdapat dua atau lebih benang lusi yang menempel pada pada kain.
6. *Jarang*, yaitu terdapat ruang pada anyaman benang lusi.
7. *Lebar kain tidak sesuai*, yaitu lebar kain yang tidak sesuai dengan yang seharusnya (terlalu lebar / kurang lebar).
8. *Warna kain tidak sesuai*, yaitu terdapat kesalahan pada pencampuran warna sehingga warna kain tidak sesuai.
9. *Corak meleset*, yaitu corak *printing* meleset dari cetaknya sehingga polanya tidak sesuai.

2.3 Metode FMEA

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber- sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/ kegagalandalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkannya terganggunya fungsi dari produk itu. Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dgn cara :

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk dan efeknya.

2. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi.
3. Pencatatan proses (*document the process*).

2.4 Tujuan FMEA

Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA (Chrysler, 1995) :

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses
4. Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

2.5 Elemen FMEA

Element FMEA dibangun berdasarkan informasi yang mendukung analisa. Beberapa elemen- elemen FMEA adalah sebagai berikut (Chrysler, 1995) :

1. Fungsi proses
Merupakan deskripsi singkat mengenai proses pembuatan item dimana sistem akan dianalisa.
2. Moda kegagalan
Merupakan suatu kemungkinan kecacatan terhadap setiap proses.
3. Efek potensial dari kegagalan
Merupakan suatu efek dari bentuk kegagalan terhadap pelanggan.
4. Tingkat Keparahan (*Severity (S)*)
Penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan potensial.
5. Penyebab Potensial (*Potential Cause(s)*)
Adalah bagaimana kegagalan tersebut bisa terjadi. Dideskripsikan sebagai sesuatu yang dapat diperbaiki.
6. Keterjadian (*Occurrence (O)*)
Adalah sesering apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi.
7. Deteksi (*Detection (D)*)
Merupakan penilaian dari kemungkinan alat tersebut dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu bentuk kegagalan.
8. Nomor Prioritas Resiko (*Risk Priority Number (RPN)*)
Merupakan angka prioritas resiko yang didapatkan dari perkalian Severity, Occurrence, dan Detection
 $RPN = S * O * D$
9. Tindakan yang direkomendasikan (*Recommended Action*)
Setelah bentuk kegagalan diatur sesuai peringkat RPNnya, maka tindakan perbaikan harus segera dilakukan terhadap bentuk kegagalan dengan nilai RPN tertinggi.

Nilai Severity

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut di rating mulai skala 1 sampai 10. Penentuan nilai *severity* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Saverity

Rating	Kriteria
1	Kegagalan tidak akan terlihat kepada pelanggan dan tidak akan mempengaruhi proses produksi
2	Kegagalan mungkin tidak mudah terlihat kepada pelanggan, tetapi akan memiliki efek kecil pada proses produksi
3	Krgagalan akan membuat gangguan kecil kepada pelanggan, tetapi pelanggan dapat mengatasinya tanpa kehilangan kinerja
4	Kegagalan dapat diatasi dengan modifikasi proses pelanggan atau produk, tetapi ada sedikit kerugian kinerja
5	Kegagalan menciptakan cukup banyak kerugian kinerja menyebabkan keluhan pelanggan
6	Hasil kegagalan dalam subsistem atau sebagian kerusakan produk
7	Kegagalan menyebabkan tingginya tingkat ketidakpuasan pelanggan
8	Kegagalan tersebut mengakibatkan unit tidak beroperasi atau tidak layak digunakan
9	Kegagalan akan membut tidak memenuhi peraturan pemerintah
10	Kegagalan bisa melukai pelanggan atau pegawai

Sumber: Stamatis 1995

Nilai Occurance

Apabila sudah ditentukan rating pada proses *severity*, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurrence*. *Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. Penentuan nilai *occurance* bisa dilihat berdasarkan Tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Nilai Occurence

Degree	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	Rating
Remote	0,01 per 1000 item	1
Low	0,1 per 1000 item	2
	0,5 per 1000 item	3

Tabel 3. Nilai Occurrence (lanjutan)

Degree	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	Rating
Moderate	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5
	5 per 1000 item	6
High	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
Very High	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

Sumber: Stamatis 1995

Nilai Detection

Detection berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Penentuan nilai detection bisa dilihat pada Tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. Nilai Detection

Detection	Likelihood of Detection	Rating
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	1
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	2
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	3
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	4
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	5
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	6
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	7
Jarang	Kemampuan alat kontrol ini sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8

Tabel 4. Nilai Detection (lanjutan)

Detection	Likelihood of Detection	Rating
Sangat jarang	Kemampuan alat kontrol ini sangat sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10

Sumber: Stamatis 1995

Risk Priority Numbers (RPN)

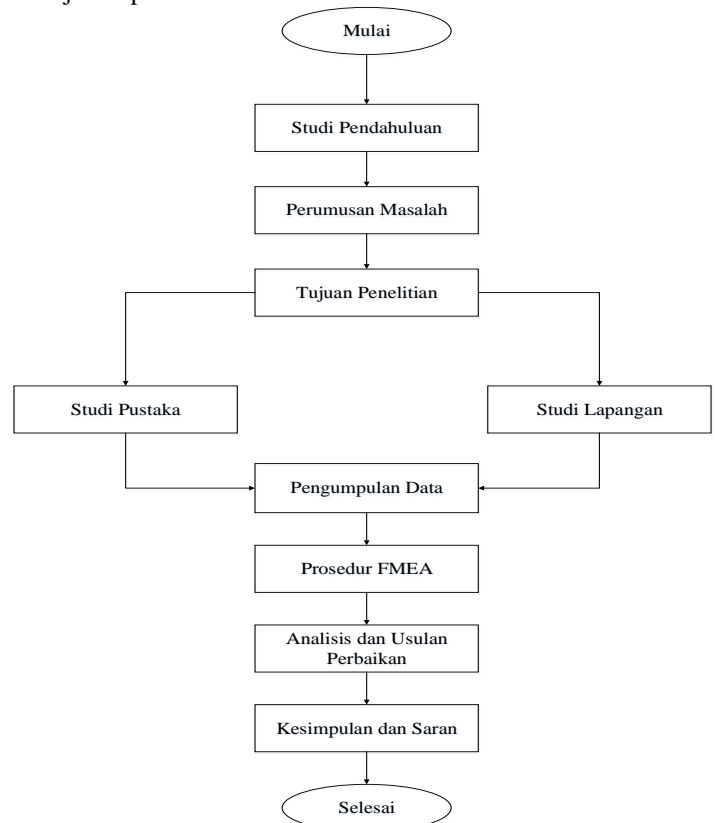
RPN merupakan suatu indikator untuk menentukan tindakan korektif yang tepat pada suatu moda kegagalan. RPN dapat menentukan skala prioritas perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu hingga yang dapat tidak segera dilakukan perbaikan. Nilai RPN didapatkan dengan menghitung *level severity*, *occurrence* dan *detection* yang telah ditentukan sebelumnya. Sehingga RPN dapat dihitung melalui rumus berikut

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

RPN ditentukan agar dengan mudah menentukan area yang menjadi fokus utama dalam seorang engineer menentukan solusi dari suatu studi moda kegagalan.

3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian berisi mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Pada penelitian ini, metodologi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Faktor-faktor Penyebab Kegagalan Produk Kain dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Prosedure Pelaksanaan Metode FMEA :

Terdapat langkah dasar dalam proses Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yaitu sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi fungsi pada proses produksi.
2. Mengidentifikasi potensi failure mode proses produksi.
3. Mengidentifikasi potensi efek kegagalan produksi.

4. Mengidentifikasi penyebab-penyebab kegagalan proses produksi.
5. Mengidentifikasi mode-mode deteksi proses produksi.
6. Menentukan rating terhadap *severity*, *occurance*, *detection* dan RPN proses produksi.
7. Usulan perbaikan

Pada produk kain PT. Iskandar Indah *Printing Textile*, penentuan moda kegagalan potensial berdasarkan dari 2 departemen yang diamati yaitu departemen tenun (*weaving*) dan departemen *printing*. Moda kegagalan disajikan pada Tabel 2. Dibawah ini.

Tabel 5. Moda Kegagalan Potensial

Nama Proses	Moda kegagalan potensial
Proses penenunan (<i>weaving</i>)	Gerakan <i>roll</i> penarik benang kurang berfungsi
Proses penenunan (<i>weaving</i>)	Poros mesin <i>filler</i> (peraba benang pakan) kurang berfungsi
	Kelebihan benang pada gulungan benang pakan
	Kesalahan pada proses <i>racing</i> (cucuk)
	Terdapat kotoran (<i>scrap</i>) pada proses <i>weaving</i>
	Proses penganyaman kurang optimal
Proses pewarnaan (<i>printing</i>)	Kesalahan pemilihan ukuran sisir <i>racing</i>
	<i>Mixing</i> formula warna kain kurang merata
	Alat plangkan bergeser

Setelah ditentukan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai RPN untuk masing masing moda kegagalan tersebut. Tabel 3. merupakan nilai moda

kegagalan potensial yang terjadi pada perusahaan. Moda kegagalan dengan nilai RPN terbesar merupakan prioritas untuk dilakukannya perbaikan.

Tabel 6. Moda Kegagalan Potensial

Nama Proses	Moda kegagalan potensial	Nilai RPN
Proses penenunan (<i>weaving</i>)	Gerakan <i>roll</i> penarik benang kurang berfungsi	80
	Poros mesin <i>filler</i> (peraba benang pakan) kurang berfungsi	70
	Kelebihan benang pada gulungan benang pakan	24
	Kesalahan pada proses <i>racing</i> (cucuk)	8

Tabel 6. Moda Kegagalan Potensial (lanjutan)

Nama Proses	Moda kegagalan potensial	Nilai RPN
Proses penenunan (<i>weaving</i>)	Terdapat kotoran (<i>scrap</i>) pada proses <i>weaving</i>	12
	Proses penganyaman kurang optimal	64
	Kesalahan pemilihan ukuran sisir <i>racing</i>	12
Proses pewarnaan (<i>printing</i>)	<i>Mixing</i> formula warna kain kurang merata	120
	Alat plangkan bergeser	18

4.2 Usulan Perbaikan

Tujuan akhir dari metode FMEA ini adalah untuk mendapatkan urutan prioritas penanganan

cacat produk yang terjadi pada PT. Iskandar Indah Printing Textile. Tabel 4. dibawah ini merupakan urutan prioritas penanganan 5 teratas

Tabel 7. Usulan Perbaikan

Nama Proses	Moda kegagalan potensial	Efek kegagalan potensial	RPN	Pengendalian / pendeteksian sekarang	Tindakan perusahaan
Proses Pewarnaan (<i>printing</i>)	<i>Mixing</i> formula warna kain kurang merata	Warna kain <i>printing</i> kurang sesuai	120	Percobaan pewarnaan kain sebelum proses <i>printing</i> dimulai	Melakukan percobaan <i>printing</i> kain sebelum proses produksi secara keseluruhan
				Kalibrasi timbangan bahan pewarna	Melakukan kalibrasi timbangan secara berkala
Proses Penenunan (<i>weaving</i>)	Gerakan <i>roll</i> penarik benang kurang berfungsi	Tebal	80	Pengait <i>roll</i> benang dikembalikan ke posisi normal	Operator perusahaan melakukan kontrol mesin secara berkala selama proses operasi
Proses Penenunan (<i>weaving</i>)	Poros mesin <i>filler</i> (peraba benang pakan) kurang berfungsi	Jarang	70	Pengulur benang dikembalikan ke posisi normal	Operator perusahaan melakukan kontrol mesin secara berkala selama proses operasi
Proses Penenunan (<i>weaving</i>)	Proses penganyaman kurang optimal	<i>Netting</i>	64	<i>Maintenance</i> secara berkala pada mesin tenun	Melakukan <i>maintenance</i> mesin secara berkala
Proses Penenunan (<i>weaving</i>)	Kelebihan benang pada gulungan benang pakan	<i>Double pick</i>	24	Inspeksi pada mesin atau pada proses <i>finishing</i> pemintalan benang	Operator perusahaan melakukan kontrol mesin secara berkala selama proses operasi

Berdasarkan nilai RPN diatas, dapat dilihat bahwa tingkat keparahan ada pada moda kegagalan mixing formula warna kain kurang merata. Hal ini mengakibatkan warna kain printing kurang sesuai dengan pesanan pelanggan. Penanganan yang dilakukan perusahaan adalah dengan visual inspection. Namun, moda kegagalan ini dapat lebih

dicegah dengan cara melakukan percobaan printing sebelum proses yang sesungguhnya dilaksanakan. Sehingga proses yang sesungguhnya dilakukan, dapat lebih dahulu diketahui apabila terjadi perbedaan warna pada kain. Kemudian usulan perbaikan yang kedua adalah melakukan kalibrasi timbangan agar perbandingan warna saat menimbang pewarna lebih akurat.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian antara lain :

1. Berdasarkan penelitian dan pembahasan diatas dapat diketahui terdapat 9 jenis cacat (defect) produk yang ada pada PT. Iskandar Indah Printing Textile yaitu cacat tebal, jarang, double pick, double lusi, netting, slap, lebar kain tidak sesuai, warna kain tidak merata, dan cetakan pola meleset.
2. Setelah melakukan perhitungan RPN, didapatkan skor yang dapat digunakan perusahaan untuk melakukan prioritas tindakan penanganan. Adapun urutan penanganannya berdasarkan skor RPN yaitu :
 - i. Penanganan proses mixing formula kain yang kurang merata
 - ii. Penanganan cacat tebal
 - iii. Penanganan cacat jarang
 - iv. Penanganan cacat netting
 - v. Penanganan cacat double pick
3. Usulan perbaikan yang dapat diberikan dalam upaya peningkatan efektivitas proses produksi PT. Iskandar Indah Printing Textile antara lain :
 - i. Penanganan proses mixing formula kain yang kurang merata dengan melakukan

percobaan printing kain dan melakukan kalibrasi timbangan.

- ii. Penanganan cacat tebal dengan cara melakukan kontrol mesin secara berkala selama proses operasi.
- iii. Penanganan cacat jarang dengan cara melakukan kontrol mesin secara berkala selama proses operasi.
- iv. Penanganan cacat netting dengan cara melakukan maintenance mesin secara berkala.
- v. Penanganan cacat double pick dengan cara melakukan kontrol mesin secara berkala selama proses operasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Chrysler Corporation. (1995). Potential Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). Michigan: Chrysler LLC.
- Crosby, P.B. (1979). Quality in Free. New York : Mc-Graw Hill Book Inc.
- Dorothea Wahu Ariani. (2004). Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas). Penerbit CV Andi Offset : Yogyakarta.
- Feigenbaum, A.V. (1991). Total Quality Control. New York : Mc-Graw Hill Book Company.
- Juran, J.M. (1993). Quality Planning and Analysis. New York : Mc-Graw Hill Book Inc.